

BT

## RANKINE ENGINE

Patent Number: JP59138707  
Publication date: 1984-08-09  
Inventor(s): ISHII MASAHIRO; others: 02  
Applicant(s): HITACHI SEISAKUSHO KK  
Requested Patent:  JP59138707  
Application Number: JP19830011536 19830128  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F01K25/00; F01K25/10  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

PURPOSE: To provide smooth starting and interruption for a middle-size Rankine engine which serves for recovering waste heat in medium-sized factories by detecting the difference between pressures measured at the inlet and the outlet of an expanding machine and controlling the load of a motor, a generator and so on according to the output of the detecting means.

CONSTITUTION: When a motor 7 which drives a working liquid pump 3 is started by a switch 8, the working liquid such as Freon or so is sent to a steam generator 4 and evaporated therein, however, the pressure thereof increased at the start of a Rankine engine is not so high at the pressure detecting point 10 as to drive an expanding machine 1 for offering a turning torque. The difference between the pressures measured at the points 10 and 11 in front of and at the rear of the expanding machine 1 is detected by a detecting means 12. When the difference exceeds a specified value, a generating motor 5 is started via a switch 6, on account of which the expanding machine 1 may conquer the mechanical loss and transmit the torque thereof to the generating motor 5. At the time of the interruption of the Rankine engine, the working pump 3 is stopped and when the difference between the detected pressures is reduced below the specified value, the generating motor 5 is also stopped. The Rankine engine may be thus smoothly started and interrupted.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑮ 特許出願公開

⑰ 公開特許公報 (A)

昭59—138707

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 01 K 25/00  
25/10

識別記号

府内整理番号  
6826—3G  
6826—3G

⑯ 公開 昭和59年(1984)8月9日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑯ ランキン機関

⑰ 特 願 昭58—11536

⑰ 出 願 昭58(1983)1月28日

⑰ 発明者 石井雅治  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑰ 発明者 藤田雅彦  
土浦市神立町502番地株式会社

日立製作所機械研究所内

⑰ 発明者 宮本誠吾  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内  
⑰ 出願人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
⑰ 代理人 弁理士 高橋明夫 外1名

明細書

1. 発明の名称 ランキン機関

2. 特許請求の範囲

1. 回転動力を取出す膨張機、該膨張機に接続された回転電機、前記膨張機で膨張した作動流体を液化する凝縮器、前記液化作動流体を圧送する手段としての作動流体ポンプ、前記作動流体ポンプにより圧送された前記液化作動流体を蒸発せしめる蒸気発生器並びに前記膨張機、凝縮器、作動流体ポンプ、蒸気発生器を連結、導通せしめる配管にて構成されるランキン機関において、前記膨張機の作動流体入口、出口の圧力差を検知する圧力差検知手段及び該圧力差検知手段の出力に応答して前記回転電機を制御する手段を備えたことを特徴とするランキン機関。

2. 特許請求の範囲第1項に記載のランキン機関において、前記回転電機は発電電動機であり、前記圧力差検知手段からの信号により前記発電電動機を始動せしめることを特徴とするランキン機関。

3. 特許請求の範囲第2項に記載のランキン機関において、前記圧力差検知手段からの信号により前記作動流体ポンプを停止させ、次いである時間遅れの後に前記発電電動機を停止せしめることを特徴とするランキン機関。

4. 特許請求の範囲第2項に記載のランキン機関において、前記作動流体ポンプを手動にて停止させた後、前記圧力差検知手段からの信号により前記発電電動機を停止せしめることを特徴とするランキン機関。

5. 膨張機、該膨張機に接続された負荷凝縮器、作動流体ポンプおよび蒸気発生器を備え、膨張機と作動流体ポンプを直結し、その液ポンプの入口側と出口側をバイパス路を介して連通してなるランキン機関において、膨張機入口側に作動流体閉塞手段、蒸気発生器入口側に逆止弁、前記バイパス路上に作動流体閉塞手段、膨張機入口並びに出口側に圧力検知手段を設け、該圧力検知手段の出力で前記作動流体閉塞手段を制御することを特徴とするランキン機関。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明はランキン機関に係り、特に膨張機、発電電動機を備えた中規模ランキン機関の起動、停止に好適な運転制御方法に関する。

## 〔従来技術〕

従来の中規模ランキン機関の構成ならびに運転方法を第1図に示す。凝縮器2において外部低温熱源(図示せず)と熱交換し液化した作動流体を液ポンプ3にて蒸気発生器4に圧送する。蒸気発生器4では加圧された作動液が外部高温熱源(図示せず)と熱交換して沸騰蒸発し高温高圧の作動ガスとなり、膨張機1に吹き込まれる。膨張機1では作動ガスが膨張し熱エネルギーが機械エネルギーに変換され、発電電動機5に動力を伝達する。膨張機1を出た低圧の作動ガスは再び凝縮器2に入りサイクルを構成する。発電電動機5は、作動ガスの熱エネルギーが膨張機1ならびに発電電動機5自身の機械抵抗に打ち勝つだけの機械エネルギーに変換されない起動直後には、外部9より電気の供

給を受け電動機として動作する。変換された機械エネルギーが機械抵抗に打ち勝つと発電電動機5は発電機として動作し、外部9に電気を供給することになる。上述した通り、運転手順としては、作動流体ポンプ3を駆動する電動機7ならびに発電電動機5の起動スイッチ8、6を同時にONにするか、もしくは、スイッチ8をONさせた後、圧力感知手段10により膨張機1の入口圧力がある値に上昇したことを確認しスイッチ6をONにする。以上より明らかなる様に、前者は熱エネルギーが機械エネルギーに変換されない状態で発電電動機5が外部電源9と接続されるため、外部から電気の形でエネルギーを供給してやらねばならない。また、蒸気発生器4で外部高熱源が充分確保されない場合には、常に発電電動機5にエネルギーを供給してやらねばならない。

一方、後者は圧力感知手段10での確認により有効な入口圧力になつてから発電電動機5のスイッチ6をONするため電動機として動作する時間は短くなるが、入口圧力の瞬時上昇に対し、スイ

ッチ6のONするタイミングがずれると膨張機1ならびに発電電動機5が暴走し、ひいては摺動部の焼付損傷をまねく。

また、停止時はポンプ3を停止した後圧力感知手段10で高圧圧力を確認し、スイッチ6をOFFし発電電動機5を止める。故に、スイッチ6をOFFするタイミングが早いと、蒸気発生器4内の残圧のため膨張機1が暴走する。

## 〔発明の目的〕

本発明の目的は、膨張機ならびに発電機電動機もしくは負荷が暴走することなく有効にエネルギー変換ができる中規模のランキン機関を提供することにある。

## 〔発明の概要〕

本発明の特徴は、膨張機の入口、出口の圧力差を検知し、その出力で電動機、発電機その他の負荷を制御することにある。

## 〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を第2図により説明する。作動液ポンプ3を駆動する電動機7をスイッ

チ8により始動すると作動液は蒸気発生器4に送られ沸騰蒸発する。始動時、蒸気発生器4内に充分に作動液が送られない状態では圧力感知点10での圧力上昇は膨張機1を駆動し、回転トルクを得るには充分ではない。従つて膨張機1前後10、11点での圧力差を検知手段12にて検知し、設定値を越えた時に、発電電動機5を検知手段12にて作動するスイッチ6にて始動する。最適圧力差△Pは膨張機1の構造、容量により異なるが、スクリュ形膨張機の実績では、1~2Kg/cm<sup>2</sup>の差圧により、機械損失に打ち勝ち、発電電動機にトルクを伝えることができる。停止時は作動ポンプ3を停止させ圧力差を検知し、発電電動機5を停止させる逆動作となる。

他の実施例を第3図に示す。本実施例は、蒸気発生器4で作動液と熱交換する外部熱源14の熱量が充分で膨張機1で機械損失に勝るだけのエネルギー変換ができない場合、発電電動機5は電動機として動作するから損失となる。従つてこの時は膨張機1前後の圧力差は小さいから差圧検知手段

12により作動するスイッチ8により作動液ポンプ3を停止させる。さらに差圧検知手段12からの信号をタイマの様な時間遅れ手段13に入れ、ある時間遅れ後にスイッチ6を作動させ発電電動機5を停止させることにより、発電電動機1の電動機動作時間を短かくし、暴走も防ぐことができる。

本発明の他の実施例の系統図を第4図に示す。この実施例では作動媒体閉塞手段16を膨張機1の入口側に、蒸気発生器入口側に逆止弁17、液ポンプバイパス路上に作動媒体閉塞手段18（以下バイパス路閉塞手段と呼ぶ。）、膨張機入口側並びに膨張機出口側に圧力検出手段19a、19b、膨張機入口出口の差圧検出部20、作動媒体閉塞手段6並びにバイパス路閉塞手段18に送る信号を発生する信号発生部21を設けたものである。5は発電機もしくは他の負荷である。本実施例の起動時の動作フローは、第5図に示すように作動媒体閉塞手段16の開動作、膨張機1の差圧検出、前記検出値を設定値と比較して前記検出値が設定

バイパス路閉塞手段18を用いずに、いきなり媒体閉塞手段16を開閉することも考えられるが、起動、停止時の圧力変動並びに構成機器に与える衝撃が大きく、構成機器の破損を生ずる心配がある。本実施例に示すように、高圧側と低圧側の差圧の時間変化の割合を小さくすることにより、安全性の高い起動、停止動作が可能となる。

#### 〔発明の効果〕

フレオン等の低沸点媒体を用い、膨張機差圧が1.5kg/cm<sup>2</sup>以下の中出力の動力発生機関においては、従来の大出力の火力発電所において用いられている高価格で精密な制御法は不要で、本発明で示したような簡単な制御法がより有効である。

すなわち大規模ランキン機関は、製鉄所の廻収等大形プラントの省エネルギー施策に寄与でき、その設備費についても数億円のオーダーである。発電容量と設備費によつて決まる回収年数についても、大規模なもの程有利であり、2年程度が通常となつてゐる。大規模のものは、発電機の調速手段として高価ではあるが従来の発電所のシステ

ム以上となつたときにバイパス路閉塞手段18を閉じる動作よりなる。なお本実施例の停止時の動作フローは、第6図に示すように、バイパス路閉塞手段18の端動作、差圧検出、前記差圧を設定値と比較して設定値以下となつたときに作動媒体閉塞手段16を閉じる動作よりなる。

本実施例の起動、停止時における動作と各状態の時間変化を第7図並びに第8図に示す。第7図は起動時における膨張機差圧並びに膨張機出力の時間変化を示すもので、起動時にはまず媒体閉塞手段16を開き次いで膨張機差圧が設定値以上となつたときにバイパス路閉塞手段18を開じて出力を最大とする。第8図は停止時における各状態の時間変化を示すもので、まずバイパス路閉塞手段18を開いて高圧側と低圧側の差圧並びに膨張機出力を低下させ、膨張機差圧が設定値以下となつた時点で媒体閉塞手段16を開じる。以上、膨張機差圧を検出して媒体閉塞手段16、18を制御する例を示したが、差圧の代わりに膨張機出力を検出して同様の動作を行つてもよい。

ムを適用しており、（調速装置）／（設備）の費用の比が小さいために充分採算がとれる。

一方、本発明の対象となる小・中容量規模のランキン機関は、大形のものと異なり、小・中工場からの産業廻熱にも適用できる。しかしながら設備費と容量の関係を見ると、容量が小さくなる程、単位容量当たりの設備費は増大し回収年数が延びることになる。そのため調速手段として従来の方法を適用するよりも大負荷（商用電源）を接続した発電電動機の適用の方にメリットがある。

発電電動機を適用した場合、各機械ロス、流体ロスを越える出力が得られない状態では、発電電動機は電動機として作動するため、外部より電力を供給してやる必要がある。小・中容量機の設備費回収年を減らすためには極力外部依存度を少なくする必要があり、本発明はその意味からかなり有効である。また暴走に備する保護装置としての効果もあり、安全性、回収年短縮の両面で有効である。

以上示したように、本発明によれば、膨張機と

液ポンプの直結している動力発生装置において、

特開昭59-138707(4)

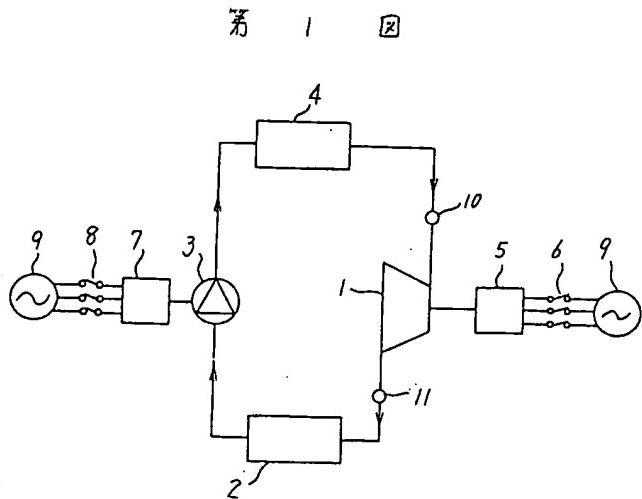
円滑な起動、停止運転が可能になる。

#### 4. 図面の簡単な説明

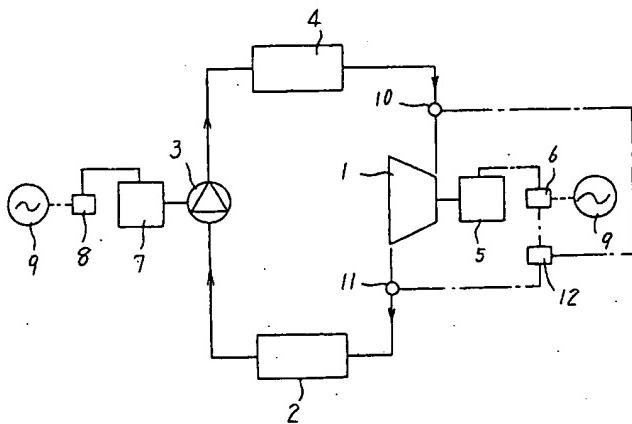
第1図は従来のランキン換気の系統図、第2図は第一の実施例の系統図、第3図は第二の実施例の系統図を示したものである。第4図は本発明の他の実施例の系統図、第5図は第4図の実施例における起動時の動作フロー図、第6図は同じく起動時の状態変化図、第7図は同じく停止時の状態変化図である。

1…膨張機、2…凝縮器、3…作動流体ポンプ、  
4…蒸気発生器、5…発電電動機、6…発電電動機用スイッチ、  
7…電動機、8…電動機用スイッチ、  
9…電源、10…差圧検知手段、11…時間遅れ手段。  
12…時間遅れ手段。

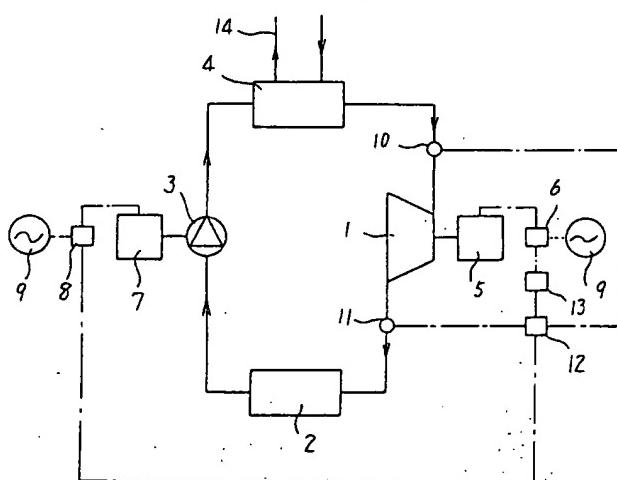
代理人 幸利士 高橋明夫



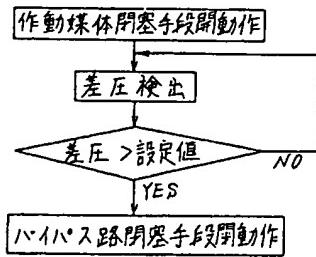
第2図



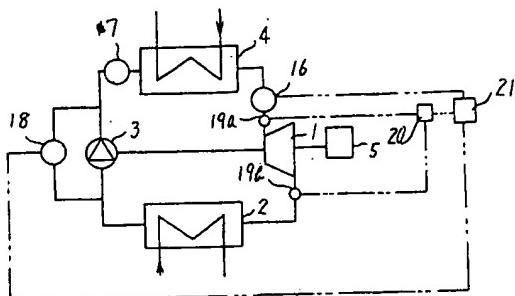
第3図



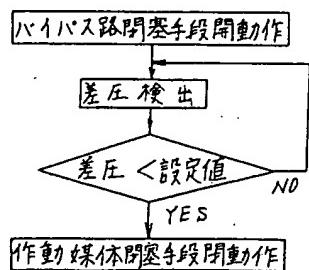
第 5 図



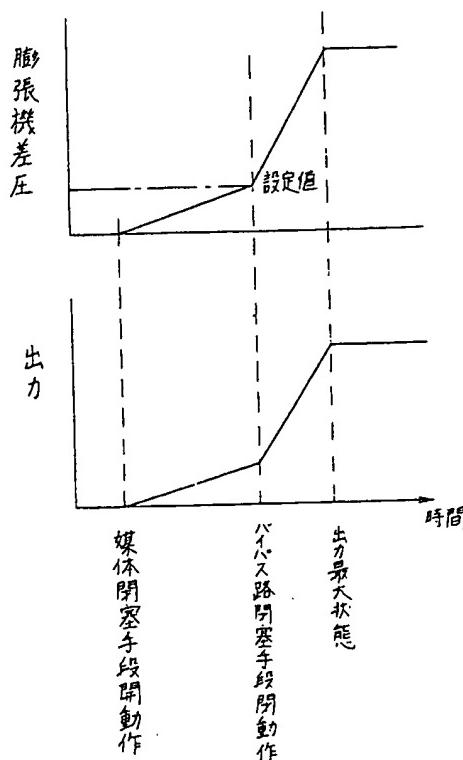
第 4 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

